工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网信息模型白皮书

（征求意见稿）

工业互联网产业联盟（AII）
2020年4月

Industrial Internet

VISIT…

扫码免费领取资料

房中术(www.zuihaoziyuan.com)专注于男性增大增粗增长、阳痿、早泄、壮阳、延时、强肾、回春、健身。女性缩阴、丰胸、减肥、化妆、瑜伽、保养、产后修复、盆底肌锻炼。两性健康,夫妻按摩,房中术,性姿势,性技巧,性知识等

更多免费教程：英语学习，技能提升，PS 教学，投资赚钱，音乐教程，口才教学，情商提升，风水教学，心理学，摄影知识，幼儿学习，书法学习，记忆力提升等等.....

==========

全站课程下载

课程不断增加

本站现资源容量已超 10T

入群联系 QQ：167520299 或添加微信：1131084518（备注PDF）

扫码加微信lax988988领取资料

阳痿早泄训练
皇室洗髓功视频教学
女人驻颜术
泡妞约炮万元课程
足疗养 SPA 教材
玉蛋功
马氏回春功
房中术张丰川
哲龙全套视频
增大盼你增大
国际男优训练
亚当德永早泄训练
洗髓功真人内部
皇室养生绝学道家洗髓功
【铁牛人会员课】男人必备技能，理论讲解
实战高清视频
随意控制射精锻炼 视频+图片+文字
价值 1440 元第一性学名著<素女经房中养生
宝典视频>12 部
洗髓功修炼方法视频教学
陈见玉蛋功视频教学 女性缩阴锻炼
男性自然增大增长指南
强性健肾保健操 1-4
道家强肾系统锻炼功法
马氏回春功
12 堂课，全面掌握男性健康问题 让你重燃自信
联系微信：1131084518

1、东方性经
2、印度 17 式
3、口交技巧 3 部
4、港台性姿势 3 部
5、365 性姿势 6 部
6、泰国性爱密经 17 式
7、花花公子性技巧 6 部
8、阁楼艳星性技巧 7 部
9、古今鸳鸯秘谱全集 7 部
10、夫妻爱侣情趣瑜伽 2 部
11、古代宫廷性保健系列 14 部
12、汉唐宋元明清春宫图真人
13. 柔软性爱宝典 日本 9800 课
14. 李熙墨 3999 全套课
15. 妖精性爱课 2888
16. 李银河全套性课
17. 领统统性课
18. 德勇男性篇
19. 德勇男性篇
20. 缓慢性爱
21. 亚当多体位搭配篇
22. 亚当多体位结合篇
23. 德勇克服早泄讲座练习
24. 德勇以女性为中心得爱抚
25. 加藤鹰接吻爱抚舌技
26. 加藤鹰指技
27. 加藤鹰四十八手入门
28. 佐藤潮吹教学
29. 佐藤男人体能锻炼+保健品介绍
30. 佐藤男人早泄对抗训练
31. 阿拉伯延时训练

32. 田渊正浩秘籍
33. 异性性快感集中训练教学
34. 自我愉悦锻炼密宗
35. 铁牛全套延时训练课
36. Pc 机锻炼真人视频教学
37. 印度性经全集 8 部
38. 21 世纪性爱指南
39. 香蕉大叔男女训练馆全套
40. 中美真人性治疗教学+理论
41. 女性闺房秘术
42. 幸福玛利亚性课
43. 陈见如何释放性魅力征服
44. 性爱技巧讲座全套
45. 性爱秘籍全套
46. 性爱误区讲座
47. 性病讲解大全
48. 性博士讲座合集
49. 性健康和性高潮合集
50. 性教育讲座合集
51. 性能力课堂合集
52. 性生活问题解析合集
53. 意外怀孕和避孕处理课堂
54. 性感地带探索
55. 性技巧讲座
56. 性健康与性卫生讲座
57. 性生活专家答疑
58. 性心理与性道德合集
59. 性爱宝典合集
60. 性爱技巧合集
61. 完美性爱演示
62. 完美性爱技术讲解
更多精品等你来解锁哦.....

工业互联网信息模型白皮书

（征求意见稿）

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟（AII）

2020 年 2 月

声　　明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他方的内容除外），并受法律保护。如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟

联系电话：010-62305887

邮箱：aii@caict.ac.cn

目 录

一、概述.....1
（一）构建工业互联网信息模型将助力工业互联网信息交互.....1
（二）传统工业垂直领域信息模型难以满足工业互联网协同发展需求.....3
（三）构建工业互联网信息模型将推动工业互联网的高质量发展.....4
二、3IM的内涵.....4
（一）3IM的范围.....4
（二）3IM的定义.....6
三、3IM的应用.....7
（一）设备-设备闭环.....8
（二）设备/系统-信息系统闭环.....8
（三）设备/系统-信息系统-应用闭环.....9
（四）企业-产品-用户闭环.....9
四、3IM的框架.....10
（一）3IM基本框架.....10
（二）3IM的包含与被包含关系.....11
（三）3IM包含的关键要素.....14
（四）3IM和工业互联网体系架构的关系.....14
五、构建3IM的主要步骤.....17
（一）需求确定.....17
（二）了解现状.....18
（三）定义信息模型.....18
（四）搭建信息模型实例.....18
（五）测试验证.....19
（六）部署实施.....19
（七）推广应用.....20
六、附件.....20
（一）应用场景概览.....20
（二）机械工业仪器仪表综合技术经济研究所制造装备信息模型.....21

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

（三）中国科学院沈阳自动化研究所机器视觉信息模型.....24
（四）华为技术有限公司 OceanConnect IoT 云服务信息模型.....27

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

前　言

受各国战略引领和市场推动影响，全球工业互联网信息的应用呈现加速发展态势，各企业和研究单位纷纷涉足工业互联网信息标准化领域，试图寻找一种有效可靠的方法，实现信息的互联互通互操作。近年来，国内外一些研究组织和单位机构陆续开展了信息模型的相关研究工作，信息模型技术方向的研究成果也得到不断丰富。国内方面，中国信息通信研究院、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、中科院沈阳自动化研究所、华为等单位针对信息模型相关技术展开研究，涉及到信息模型的通用建模规则、模型元素定义、语义化描述方法以及信息模型统一描述等内容。国际方面，IEC和IIC等国际组织陆续开展信息标准的制定工作，德国西门子公司通过数字孪生的形式提出的信息模型可以实现对实体属性和行为的数字化表述。OPC基金会在OPC UA信息模型方面持续布局，通过定义统一数据接口，实现不同厂商软件之间的数据交换，德国电气与电子制造商协会在资产管理壳中应用信息模型对资产进行描述，实时体现资产的状态，并具有信息交互功能。IVI在实现相互通信和连接方面也应用到了信息模型技术。

尽管如此，针对工业互联网信息模型的研究仍处于起步阶段，相关系列标准也只被某几家单位所发布或者遵守。信息模型只有经过广泛使用之后，才能实现其价值。目前还存在信息模型之间

语义互操作难题，不同标准之间的信息模型描述有待统一，不同行业的信息模型还没有形成集聚优势，通用信息模型与行业信息模型对接不够充分，信息模型的研究范围有待扩大，信息模型的应用有待加强，基于信息模型的安全、管理等有待进一步研究，基于信息模型的测试床有待建设，综合服务平台有待搭建以形成持续服务能力。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

编写说明

1）目前，国内外关于信息模型的研究有很多，为作区分，本白皮书中的信息模型全称为工业互联网信息模型，英文名称为“Industrial Internet Information Model”，简写为“3IM”；

2)文中提到的信息模型均是指工业互联网信息模型，即3IM;

3）工业互联网信息模型的发展总体还处于起步阶段，本白皮书对工业互联网信息模型的认识也还是初步和阶段性的，后续将根据工业互联网信息模型的发展情况和来自各界的反馈意见，在持续深入研究的基础上适时修订和发布新版报告;

4）本白皮书将工业四大要素：产品、过程、设备、服务称为对象。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

组织单位：工业互联网产业联盟

编写单位（排名不分先后）：中国信息通信研究院、华为技术有限公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、中国科学院沈阳自动化研究所、联合智造（北京）科技发展有限公司、中国电信集团有限公司、东北大学、北京航天智造科技发展有限公司、软通智慧科技有限公司

编写组成员（排名不分先后）：

中国信息通信研究院：余思聪、李海花、黄颖、于青民、沈彬、林欢

华为技术有限公司：钟远凡，聂永丰，白涛，李超华，何国洲，邹沁心，徐伟杰，方凯

机械工业仪器仪表综合技术经济研究所：赵艳领

中国科学院沈阳自动化研究所：于海斌，曾鹏，刘阳，王挺，李栋，张华良，刘意杨

联合智造（北京）科技发展有限公司：路东

中国电信集团有限公司：孟维业、王学敏、李融、沈亮

东北大学：张晓玲

北京航天智造科技发展有限公司：于文涛

软通智慧科技有限公司：王海生

一、概述

工业互联网通过打造网络、平台、安全三大功能体系，实现人、机、物等的互联，构建起全要素、全产业链、全价值链全面连接的新型工业生产制造和服务体系。

其中，网络是实现工业互联网全面连接的基础，随着工业企业由单点数字化向全面互联网络化、全局智能化方向发展，传统工业系统也将逐步由串行金字塔型通讯结构转变为网状通讯结构。在实现网络互联互通的基础上，进而实现设备与设备、设备与系统、系统与系统之间语义层面信息的无缝衔接和传递。工业互联网信息模型可以实现工业互联网信息在语义层面的标准化描述，从而保证互联之后各工业互联网对象的信息能够交互。作为实现工业互联网信息标准化的基础，构建工业互联网信息模型至关重要。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

（一）构建工业互联网信息模型将助力工业互联网信息交互

1.工业互联网发展需要打破信息孤岛现象

从工厂内网来看，当前一个工厂内部的信息往往来源于不同的工业设备、软硬件平台、操作系统、网络环境等，如，DCS、PLC等底层控制系统以及上层的MES、PLM、ERP等信息化系统通常来源于不同的厂家。由于信息交互方式不统一、不同信息源之间缺少有效的协作机制等原因，系统间的信息传递不畅，存在信息孤岛现象。从企业间和产业链协作来看，不同企业间的系统、数据

很难打通，尚未实现全产业链、全价值链的全面连接。构建工业互联网信息模型，可以实现信息的标准化表述及流动，是打破信息孤岛现象的一种便捷的解决方案。

2.构建信息模型将有效提高工业互联网信息交互效率

工业互联网对象的信息通常分散存在于各种信息源上，各单元之间独立开发，互不干涉，而且工业互联网对象的信息可能存在重复或者缺失的情况，因此，来自不同信息源的信息无法顺利交互。随着先进技术的应用，如先进的分析应用程序，对信息交互的需求越来越迫切，用于交互的信息量也越来越多，这种情况下的信息交互成本更高。信息模型通过构建信息之间的关联关系，提供标准化的信息格式，能够有效提高工业互联网信息交互效率。

3.信息模型的作用随着工业互联网发展越来越凸显

在今天的工业互联网中，云平台、网络、具备接入网络能力的自动化设备、以及基于网络的服务已经实现。随着工业企业设备、处理器、云平台、操作系统、网络通信、射频识别、可编辑逻辑控制器等技术的不断进步，各应用程序、系统和设备之间的互联变得更加便捷，对信息的流动要求更高。为了实现高效的信息交互，需要使用标准模板定义对象。信息模型作为信息互联互通互操作的基础，其发挥的作用必将越来越明显。

（二）传统工业垂直领域信息模型难以满足工业互联网协同发展需求

1.传统工业垂直领域信息模型具有局限性

目前，主流的信息模型主要来源于工业垂直领域，与现有的工业系统相似，不同领域不同厂家的信息模型互通性和适用范围存在局限性。**基于Automation ML的信息模型**主要用于实现生产系统间工程信息的标准化，解决工程过程中信息交换和集成问题，如，实现产线上的机器人、机械臂等相关对象间的信息互通。**基于Instrument ML的信息模型**主要用于实现仪表信息的标准化，包括仪表身份标识信息和仪表应用属性信息，以及仪表基本特性的描述。**基于Pack ML的信息模型**主要用于包装过程的描述，处于信息化应用层，可以实现机器状态与操作模式的信息标准化。**OPC UA是垂直方向的设备互操作协议，**现阶段的**OPC UA信息模型**层主要包括**机器人信息模型、机床信息模型、机器视觉信息模型和塑料加工机械信息模型**。同时，为了实现更多实体的互联互通，需要制定通用的信息模型和行业信息模型。综合来看，现有的信息模型难以覆盖工业互联网全面互联互通互操作的需求。

2.工业互联网信息模型研究处于起步阶段

传统工业垂直领域的信息模型标准化主要以国际电工委员会（IEC）和国际标准化组织（ISO）参与制定的标准为主，随着工业信息交互需求的不断释放，上述标准化组织尽管也在不断的

完善和推进跨系统跨行业的信息模型的标准化工作，针对信息模型的标准化研究仍处于起步阶段。工业互联网产业联盟（AII）于2018年启动工业互联网信息模型研究工作，密切跟踪国际国内最新标准化情况。综合来看，目前还没有形成被广泛应用的工业互联网信息模型。

（三）构建工业互联网信息模型将推动工业互联网的高质量发展

工业互联网信息模型的构建可以实现工业互联网领域的信息无障碍流通，推动工业互联网的协同创新，有利于工业互联网的开放共享。信息模型可以实现信息的集成，为工业互联网的互联互通互操作提供基础。信息模型通过标准化的方式，可以实现工业互联网高质量的技术创新、高质量的产品服务、高质量的组织模式和高质量的产业结构，从而推动工业数字化转型和经济高质量发展，助力现代化经济体系构建。

二、3IM 的内涵

（一）3IM 的范围

工业互联网网络连接协议框架如图 2-1 所示。在网络层面，物理层通信指在连接参与者间的物理介质（有线或无线）上交换物理信号（电，光或其他）；链路层通信指在相邻参与者之间的共享物理链路上使用信令协议交换帧；网络层通信指数据包的交换（有限制的长度），可能通过多个链接将其路由在非相邻（远

程）参与者之间进行通信；传输层通信指参与者应用程序之间的消息交换（可变长度）。在应用层面，消息层通信指在参与者应用程序之间以可配置的方式交换结构化数据（状态，事件，流）；语法层通信指交换通用数据结构，如，使用通用协议来构造数据（如，语言的字母和语法规则）以及信息的结构；语义层通信指在适当的上下文中解释交换数据含义的能力。

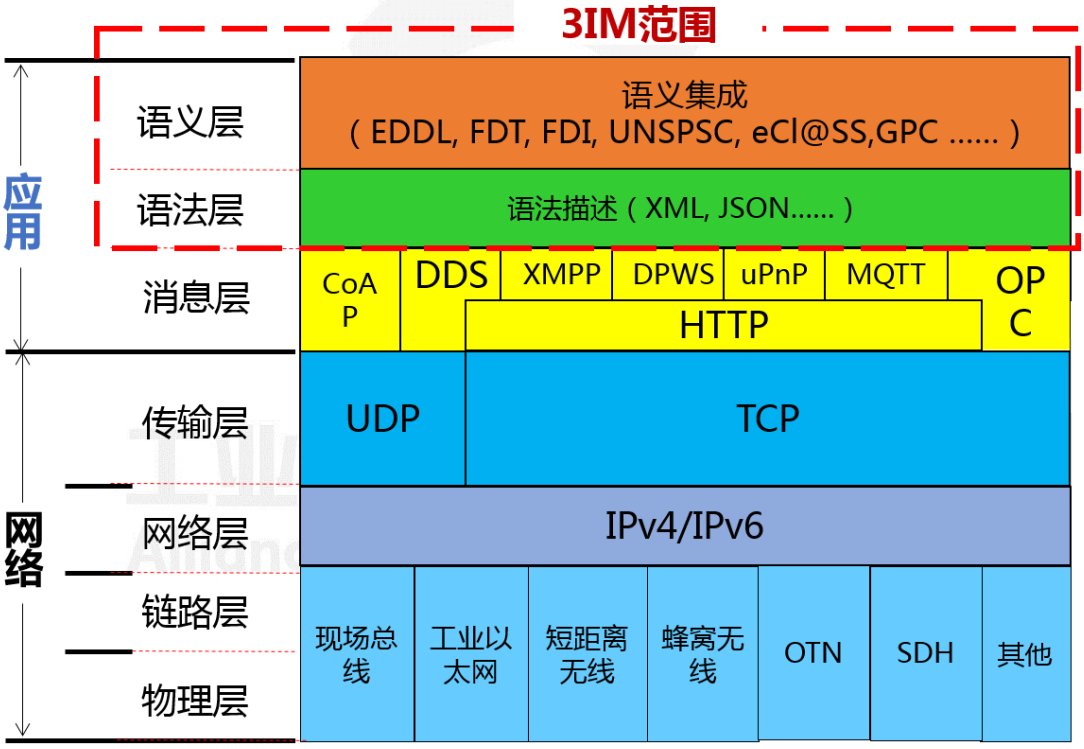


图 2-1 3IM 范围界定

工业互联网信息模型主要涉及语法层和语义层，解决数据互通，实现数据和信息在全要素、全价值链、全产业链的无缝传递，使得异构的应用程序、系统等在数据层面能相互“理解”，从而实现数据互操作与信息集成。

（二）3IM 的定义

综合国内外现有信息模型的相关描述及拟达到的效果，工业互联网信息模型主要指**工业互联网全要素、全价值链、全产业链在信息空间的标准化表达**。工业互联网全要素包括设备、应用程序、系统等；全价值链包括企业生产、管理等流程信息；全产业链包括企业、供应链、行业等工业互联网全产业链。3IM 在数字孪生中的应用如图 2-2 所示，不仅如此，3IM 还可支撑资产管理壳的互联互通互操作。

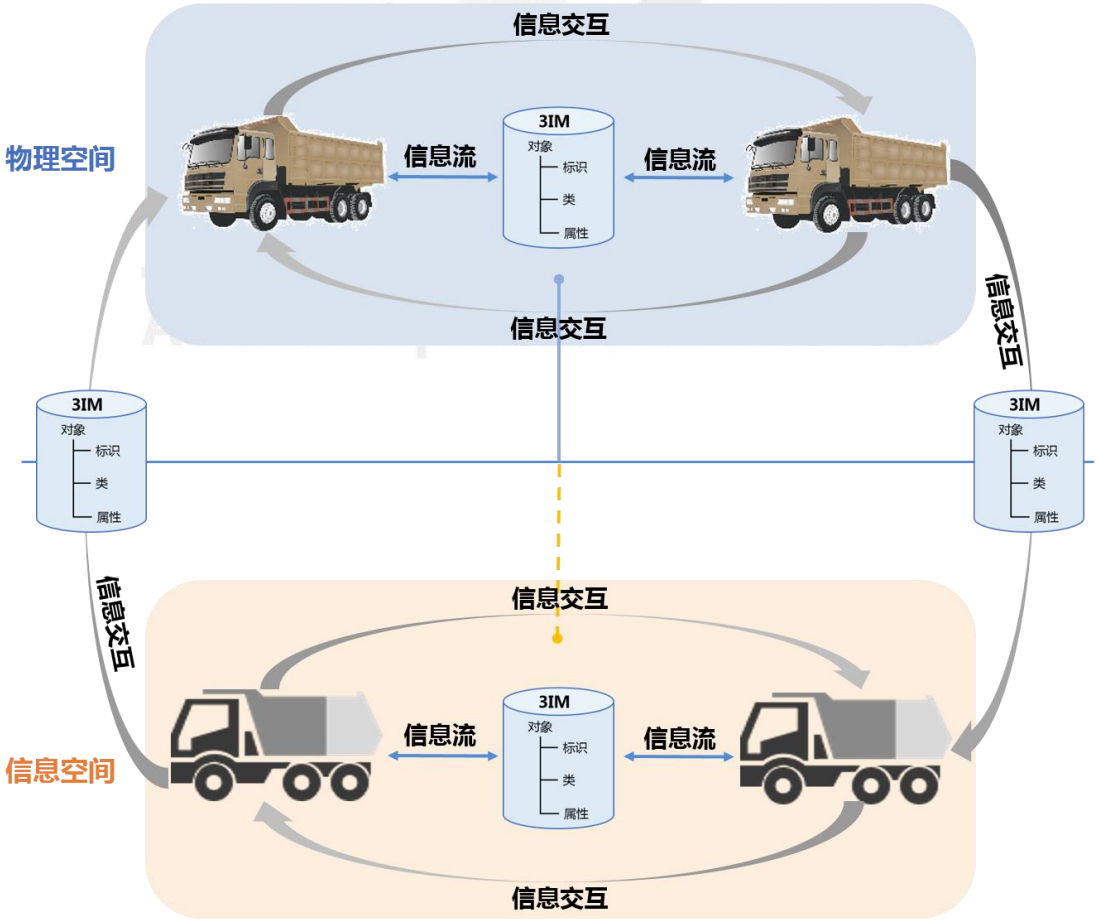


图 2-2 3IM 的示例

三、3IM 的应用

3IM 是实体物理空间和信息空间的信息标准化表述，是信息技术与工业技术深度融合的基础。**3IM 的作用主要表现为信息标准化描述和表达、信息协同化传输和读取、信息模型化构建和应用**，如图 3-1 所示，3IM 实现从设备层到产业链层的信息集成，构建**设备-设备、设备/系统-信息系统、设备/系统-信息系统-应用、企业-产品-用户**的四大闭环。通过图 3-1 可知，这四大闭环在生产制造的核心业务过程，即感知控制层、数据模型层、分析优化层和业务应用层分别得以体现，在工业生产的设备状态感知、设备控制、信息集成、信息建模、信息分析、决策优化等过程中都发挥着重要的作用。根据生产需要，3IM 支持针对工业互联网全要素、全价值链、全产业链的信息进行建模，并对模型进行实例化。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

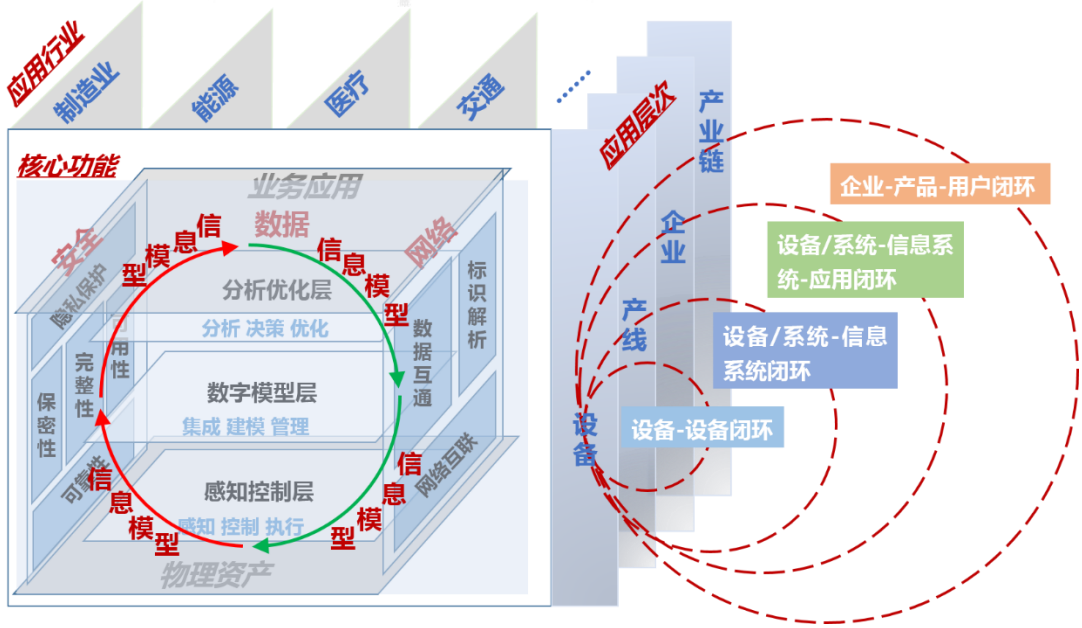


图 3-1 3IM 的应用

（一）设备-设备闭环

在设备层，根据信息交互需要，软件定义化 3IM 模型，将其嵌入到生产设备中以**附加件**的形式存在，该附加件的作用是以 3IM 给出的**标准化**方案定义设备信息，从而实现设备之间的直接信息交互。同时，对于没有添加信息模型的设备，3IM 可以扮演**中间件**的角色，在设备的信息交互过程中通过语义集成的方式为设备间的信息转换提供媒介，实现设备之间的异构信息交互。信息模型的附加件和中间件功能可以打通现场设备层，将装备通过通信技术有机连接起来，实现企业内资源的垂直整合，构建设备到设备的信息交互闭环。

（二）设备/系统-信息系统闭环

在产线层，由设备组成的生产控制系统内部，通过信息模型可以实现信息的无障碍流动。与此同时，在反馈设备生产状态的各种信息系统内部，包括 ERP 系统、MES 系统等等，通过建立 3IM 可以实现信息从设备向信息系统的流动。另外，对于支持信息模型的信息系统，3IM 通过软件定义中间件的方式构建设备与信息系统之间的信息协同化传输和读取方案，帮助信息系统获取经 3IM 语义集成而规范化的设备信息，降低异构信息交互的成本，达到各种生产设备信息在同一信息系统内兼容的效果。在设备/系统-信息系统之间实现信息交互可以降低系统配置、互操作方面的时间与精力消耗，进而降低系统的信息服务成本。因此，通

过 3IM 可以构建设备/系统-信息系统闭环。

（三）设备/系统-信息系统-应用闭环

信息模型可以认为是为实现边缘、企业和产业链各层之间的协同沟通需要而构建的模型。相较于传统的单机生产而言，信息之间实现交互可以降低企业在信息系统配置、设备互操作方面的时间与成本消耗，进而降低系统的信息服务成本，同时消除不匹配设备信息可能导致的生产风险。为实现这一协同沟通能力，应运用软件定义化的手段，基于 3IM 构建信息协同化传输方案与信息模型库，分别实现设备-信息系统之间的规范化信息交互，达到信息系统能够获取规范化设备数据的目的；完成信息系统-应用之间的信息交互，形成对业务应用的规范化语义描述，从而指导具体分析决策过程，再将业务分析后针对设备的控制需求反馈到相应的设备/系统。

（四）企业-产品-用户闭环

3IM 通过实现边缘层、企业层和产业链层之间信息交互的方式，可以帮助实现企业-产品-用户信息的集成，通过构建信息模型库的形式实现 3IM 的有效应用。从工厂的生产运行、实时监控到操作优化以及全生命周期的终结，各种信息整合于信息模型库中，设计团队、现场操作人员、运营管理人员等可以基于该模型库所搭建的平台进行协同工作。3IM 在工业互联网中的应用将打破传统工业网络众多信息交互技术之间的壁垒，实现横向和纵向

信息的协同，降低信息交互成本。

四、3IM 的框架

（一）3IM 基本框架

3IM 基本框架由标识、类和属性组成，如图 4-1 所示。3IM 基本框架旨在为业界构建 3IM 提供指引，类可以含有标识、子类和属性，子类还可以有标识、子类和属性，如此类推，3IM 基本框架可以根据信息交互及建模需要对标识、类和属性进行扩展。

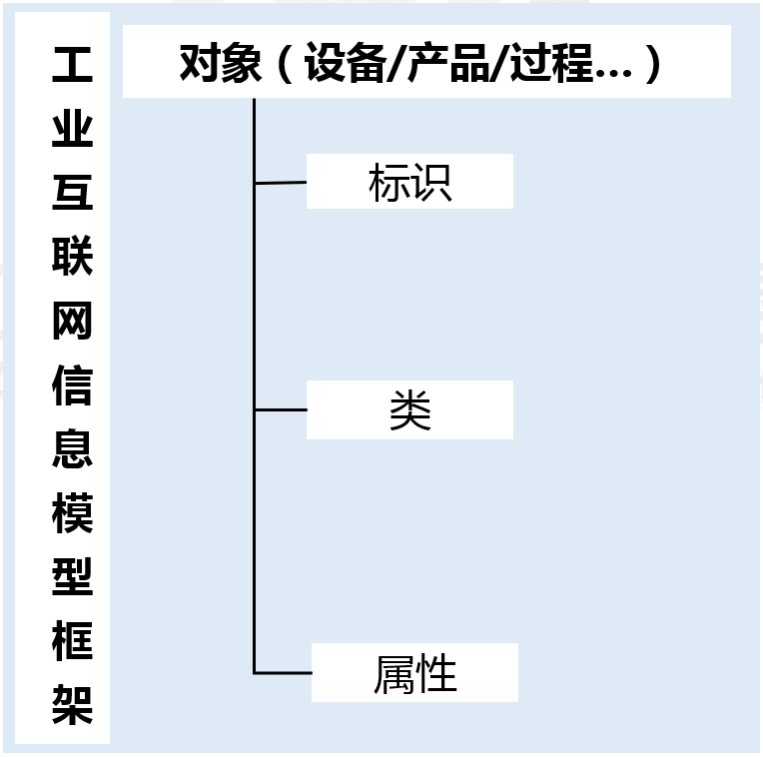


图 4-1 3IM 基本框架

标识主要实现信息模型的标记和表达，作为唯一标记贯穿信息模型的整个生命周期。标识可以是无意义字符串，仅用于信息模型唯一性标记；也可以是有意义字符串，如基于数据字典的标识编码及解析，可在满足唯一性标记的前提下，对信息模型进行

描述性表达。

类是对信息模型所表达或代表的具有共同特征的信息的抽象，包括但不仅限于行业分类、产品分类、采集类、通信类、工程类、配置类、报警事件类、网络安全类、控制类、服务类等。如，服务类是指可以实现的具体服务，用于描述对象的模块化业务功能组合。服务类可以由属性、命令和事件组成，属性是指由对象收集的状态数据；命令是指对象执行的操作或者方法；事件是指描述对象主动上报数据的行为及其配置参数。

属性涵盖各种工业互联网对象的属性信息，包括数据、接口、状态、关系等，体现对对象知识的专业描述。属性可分为静态属性和动态属性，静态属性是对对象静态性质及关系的概括描述，一般与对象实体描述相关，如形状、大小等；动态属性是对对象动态性质及关系的描述，一般与环境、业务描述相关，如温度、速度等。

（二）3IM 的包含与被包含关系

3IM 在工业互联网全生命周期的信息交互中扮演重要角色，需要根据实际信息标准化程度不同进行分类。在实际的工业系统中，针对每个生产单元，可能存在成千上万的设备。而且，会有包括 HMI，SCADA，MES 和 ERP 系统等等监控和管理着生产流程。生产流程可能与外部系统之间有联系，如，设备使用商与设备制造商之间的信息交互。在复杂的系统如工业工厂中，这个问题的严重程度更大，因为工厂有可能包含有几千种设备，且由不同的

制造商生产，信息来源多样，为方便应用，必须对 3IM 的包含与被包含关系加以区分。

1.单元信息模型

针对单一对象，根据信息交互的需要，提取相关联的信息，实现信息的标准化，建立单元信息模型。单元信息模型是最底层的信息模型，也称为离散信息模型，即针对各种离散分布的对象提出的信息模型。比如，工业设备信息模型、工业工具信息模型、工业组件信息模型等。根据需要建立的单元信息模型可以满足单一对象的信息需求，通常没有必要将其进一步分解为其他子模型。如，根据对压缩机油箱的信息需求进行建模，针对油箱的信息建模之后，基本可以描述油箱的运行状态，油箱运行信息也可以被其它设备读取，因此，没必要再将油箱的信息模型分解为其它子模型，如图 4-2 所示。

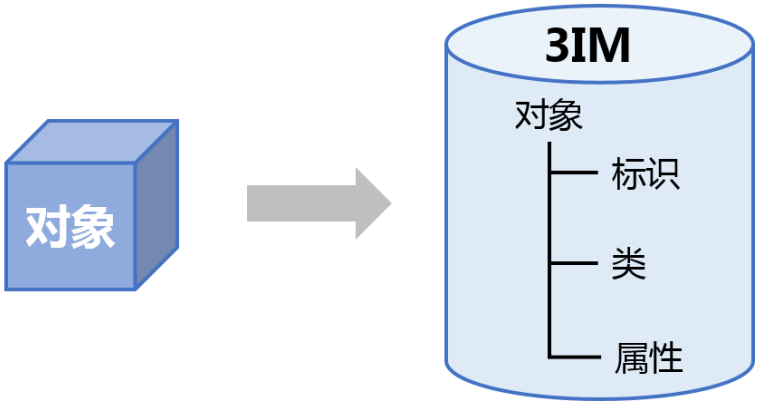


图 4-2 单个实体单元信息模型

2.组合信息模型

信息模型的对象可以是单个实体单元，如，PLC、仪表、控制

阀，也可以是复杂的实体，如，机器人、不同细节层面的制造单元、或者完整的生产现场、生产线、工厂。因此，对象可以包含子对象，也可以是隶属于一个更大的组合对象。针对复杂对象的描述，提出组合信息模型。

组合信息模型是模块化的信息模型，相互联系的单元信息模型可以组合成纵向工业生产场景，即提取来自纵向互联对象的信息建立的模型，纵向信息模型可以叠加，形成信息集群。同时，组合信息模型可以是离散的模型，如，既可以描述压缩机单个油箱状态，也可以描述压缩机多个油箱的状态。随着信息模型数量的增加，组合信息模型向着横向扩展，形成更加复杂的组合信息模型，即为满足协同生产场景需要，提取来自多条生产线上的对象信息建立的模型。各对象之间协同工作，不仅生产线上的对象之间需要信息交互，对象与上下游之间也有信息交互，组合信息模型示意图如图 4-3 所示。

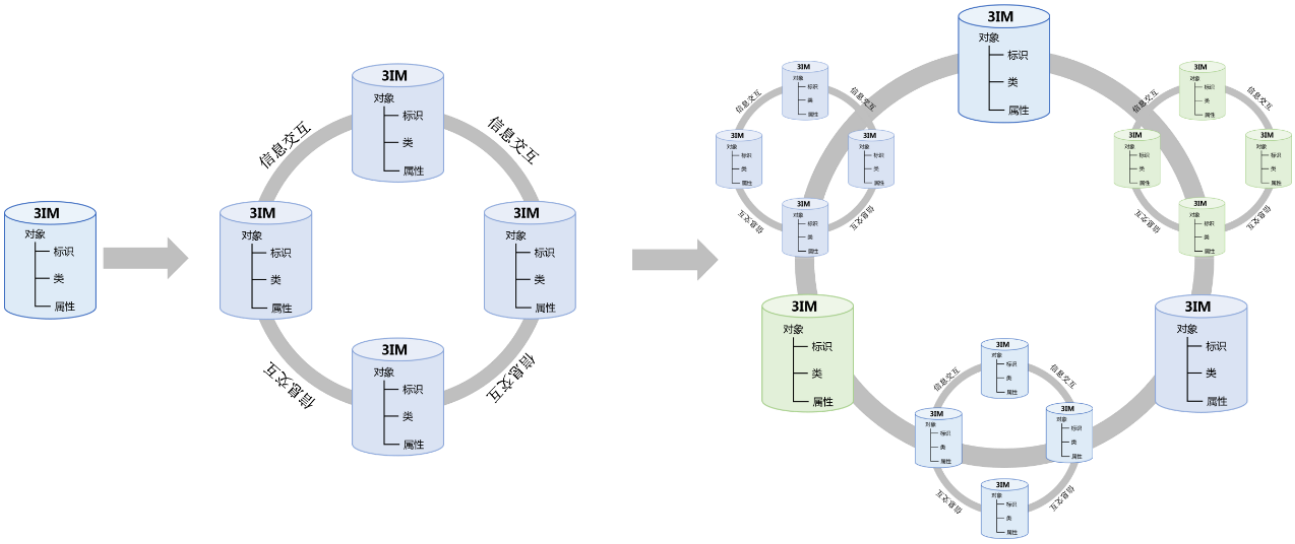


图 4-3 组合信息模型

（三）3IM 包含的关键要素

工业互联网信息的标准化应该考虑各种关键要素，3IM 是工业互联网全要素在信息空间的标准化表达，其中，某些要素在 3IM 构建时始终需要考虑到，这些要素被称为 3IM 的关键要素。如，用于 3IM 标记和表达的标识、对信息协议进行定义的接口、描述信息之间相关性的关系等等。同时，3IM 的应用还应该考虑到表述、通信、安全等等。

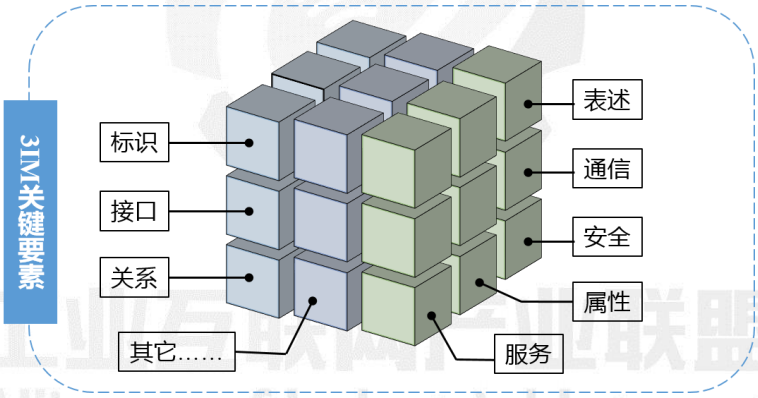


图 4-4 信息模型关键要素

（四）3IM 和工业互联网体系架构的关系

在工业互联网体系架构中，3IM 贯穿边缘层、企业层和产业链层，涵盖设备模型库、产线模型库、企业模型库、行业模型库和通用模型库。其中，基础信息模型库贯穿设备层、企业层和产业链层，为 3IM 提供基础框架及建模规范。3IM 和工业互联网体系架构 2.0 的关系如图 4-5 所示。

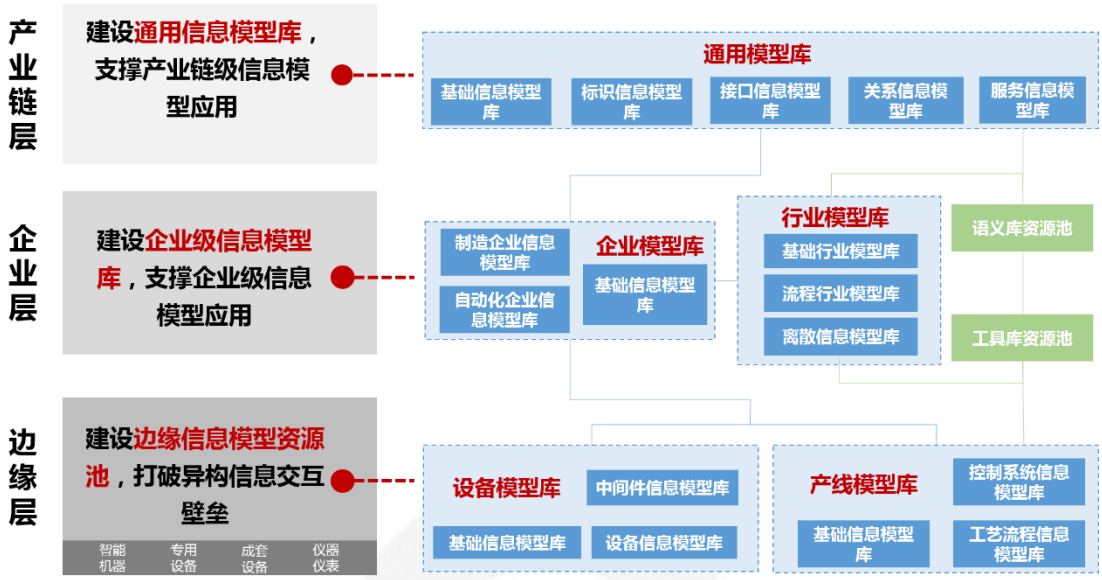


图 4-5 3IM 与工业互联网体系架构 2.0 的关系

（1）在**边缘层**实现**设备模型库**和**产线模型库**的构建。设备模型库可以实现边缘层设备之间的信息交互，在设备模型库中，中间件信息模型库可以是设备信息模型，也可以是组件信息模型，还可以是接口信息模型。设备信息模型库包括专用设备信息模型库、成套设备信息模型库等。以中间件信息模型、设备信息模型和基础信息模型为基础，发展建设信息模型资源池，打破异构信息的交互壁垒。产线模型库包括控制系统、工艺流程信息模型库，以及基础信息模型库。

（2）在**企业层**实现**企业模型库**和**行业模型库**的构建，可以满足企业层对信息的需求。企业模型库包括制造企业、自动化企业等企业信息模型库。行业模型库包括流程、离散行业模型库，基础模型库。

（3）在**产业链层**实现**通用模型库**的构建，通用模型库是全要素、全价值链、全产业链最通用的信息模型库，能够面向全要

素、全价值链、全产业链范围提供信息模型服务，具有信息模型扩展的能力。通用模型库包含基础信息模型库、标识信息模型库、接口信息模型库、关系信息模型库、服务信息模型库。

（4）**语义库资源池**为 3IM 的信息标准化提供可供选择的语义和语法，**工具库资源池**为 3IM 的建模及实例化提供可供选择的各种工具。语义库资源池和工具库资源池根据应用需要，可以涵盖边缘层、企业层和产业链层。

信息模型库可以理解为按照工业互联网部署架构来组织、存储和管理信息模型的仓库，涵盖各种工业互联网信息模型，如生产设备信息模型库、信息产线信息模型库、航天设备企业信息模型库等等，如图 4-6 所示。

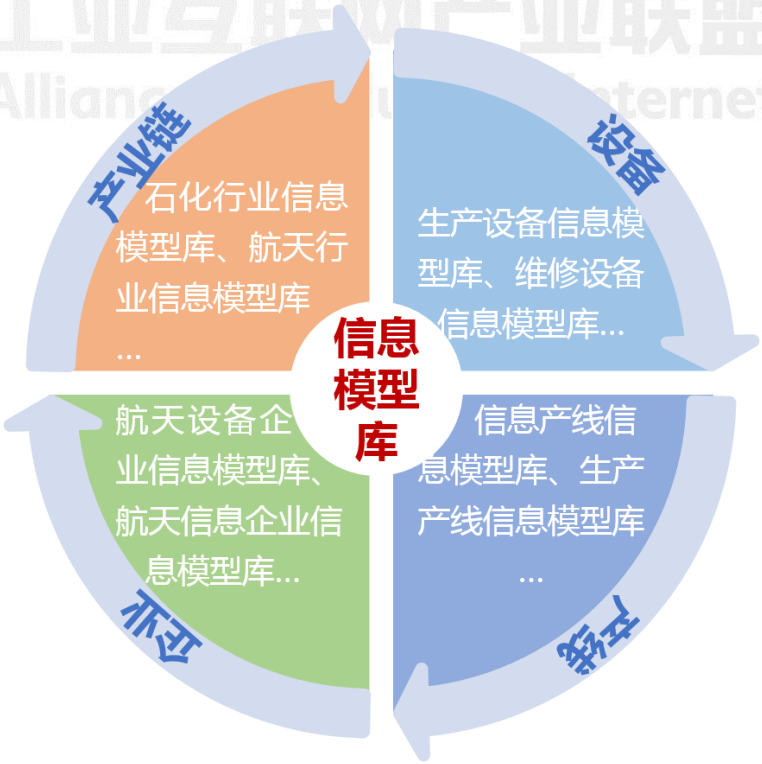


图 4-6 信息模型库示例

五、构建 3IM 的主要步骤

关于构建 3IM，可以理解为根据信息需求，实现信息标准化的过程。工业互联网信息模型构建的具体流程如图 5-1 所示，包括需求确定、了解现状、定义信息模型、搭建信息模型实例、测试验证、部署实施、推广实施共 7 个阶段。

图 5-1 信息模型构建流程图

（一）需求确定

工业互联网的发展可以推动设备、物料，控制系统、信息系统、产品和人之间的互联互通。构建3IM需要符合工业互联网的发展要求，根据信息应用的场景及应用人群，确定信息模型的应

用需求，为选择合适的信息模型提供参考。同时，3IM的构建还应考虑可能涵盖的标识、属性和类，需要针对不同的应用需求进行确定。

（二）了解现状

在3IM的需求确定之后，需要考虑信息交互存在的问题，并对信息标准化的现状进行分析，结合现有的信息处理方式，判断是否存在对应的信息模型，并根据分析结果，初步得出应用已有模型或者构建新模型的结论。

（三）定义信息模型

定义信息模型即是根据了解的现状及需求情况，设计信息模型，并给出信息模型构建方案。其中，设计信息模型主要是针对应用需求给出最终的信息模型框架，如，基于通用模型库给出特定的通用模型、基于行业模型库给出特定的行业模型等等。信息模型构建方案主要是确定通用模型、行业模型等信息模型的构建方案，同时，模型构建方案还需要定义信息模型的标识、类、属性，以及明确建模规则、信息标准化方式等。

（四）搭建信息模型实例

根据信息模型构建方案及确定的信息模型框架，利用明确的建模规则、信息标准化方式来搭建通用模型、行业模型等信息模型实例。基于以上建模步骤，信息模型实例的搭建可以是在已有

公共信息模型库的基础上，从信息模型库挑选合适的信息模型进行二次构建。信息模型实例的搭建还可以是基于应用需要，从零开始搭建。

（五）测试验证

在 3IM 的构建及应用过程中，需要针对可行性及有效性进行验证。3IM 的可行性验证主要包括验证建模方法、建模工具、以及模型的语义语法结构和逻辑结构、实例化路径等等。3IM 的有效性验证主要包括验证信息标准化有效性，设备支持程度、信息驱动实现的方式以及信息交互能力。

（六）部署实施

从企业层面看，3IM 的部署需要构建设备模型库、产线模型库和企业模型库，并针对企业层面的 3IM 应用需求，构建企业语义库和工具库。其中，信息模型库含有企业层所需要的信息模型，工具库含有企业层信息模型建模及实例化的所有工具，语义库含有企业层信息标准化的所有语义和语法。

从产业链层面看，3IM 的部署需要构建通用模型库和行业模型库，并针对产业链层面的信息模型应用需求，构建产业语义库和工具库。其中，信息模型库含有产业链层所需要的信息模型，工具库含有产业链层信息模型建模及实例化的所有工具，语义库含有产业链层信息标准化的所有语义和语法。

（七）推广应用

3IM的推广应用可围绕以下3种途径展开，首先是搭建信息模型开源应用平台，平台应汇聚全要素、全价值链、全产业链的信息模型，为信息模型的共用共享提供支撑。其次，构建信息模型工具体系，用户可根据自身需求选取合适的建模及实例化工具。最后，截至目前，工业互联网产业联盟有超过1400家单位，涵盖制造业、能源、交通、通信、互联网等企业及研究机构，通过工业互联网产业联盟平台，可实现信息模型的广泛推广应用。

六、附件

（一）应用场景概览

3IM的概念在国内外的应用虽然处于起步阶段，但传统工业的智能化发展却离不开3IM，可以说，3IM在工业领域的应用非常广泛。通过对3IM在工业领域的应用程度、重要性、代表性进行筛选和考量，基于制造装备信息模型、机器视觉信息模型、云服务信息模型三个方向，结合3IM的关键特征和关键技术实现，选择从信息需求、信息处理、典型应用、信息模型四个角度对信息模型的应用场景及案例进行阐述和说明。

（二）机械工业仪器仪表综合技术经济研究所制造装备信息模型

1.信息需求

随着企业数字化转型的逐步推进，数字化车间与智能工厂作为主要的实施载体，存在着大量的异构设备与系统，如，数控机床、可编程控制器、机器人、检测设备、物流设备、生产单元与子系统。设备与系统的数据有互联互通互操作的需求，如图6-1所示，由于不同接口和不同协议的存在，如，串口、网络、无线、Modbus、Profibus等，互联互通互操作功能的实现需要投入大量的人力、物力和时间成本，是目前实施工业互联网的主要障碍。

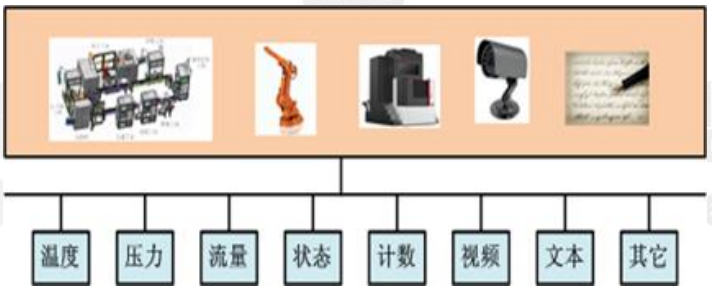


图 6-1 设备与系统的数据需要互联互通互操作

2.信息处理

制造装备如数控机床、机器人等由若干部件、物理属性以及各类操作组成，每个部件又可以包含其它子部件和物理属性，通过定义相关的信息模型元素可对制造装备进行抽象和描述，如，信息模型的属性元素、属性、属性集、组件元素和服务集。构建制造装备的信息模型可以为制造装备的互联互通互操作提供基础。

3.典型应用

以机械工业仪器仪表综合技术经济研究所制造装备数控机床的信息模型为例，快速集成的信息模型可以实现信息交互，具体步骤如下:

1）按照建模规则构建数控机床信息模型;

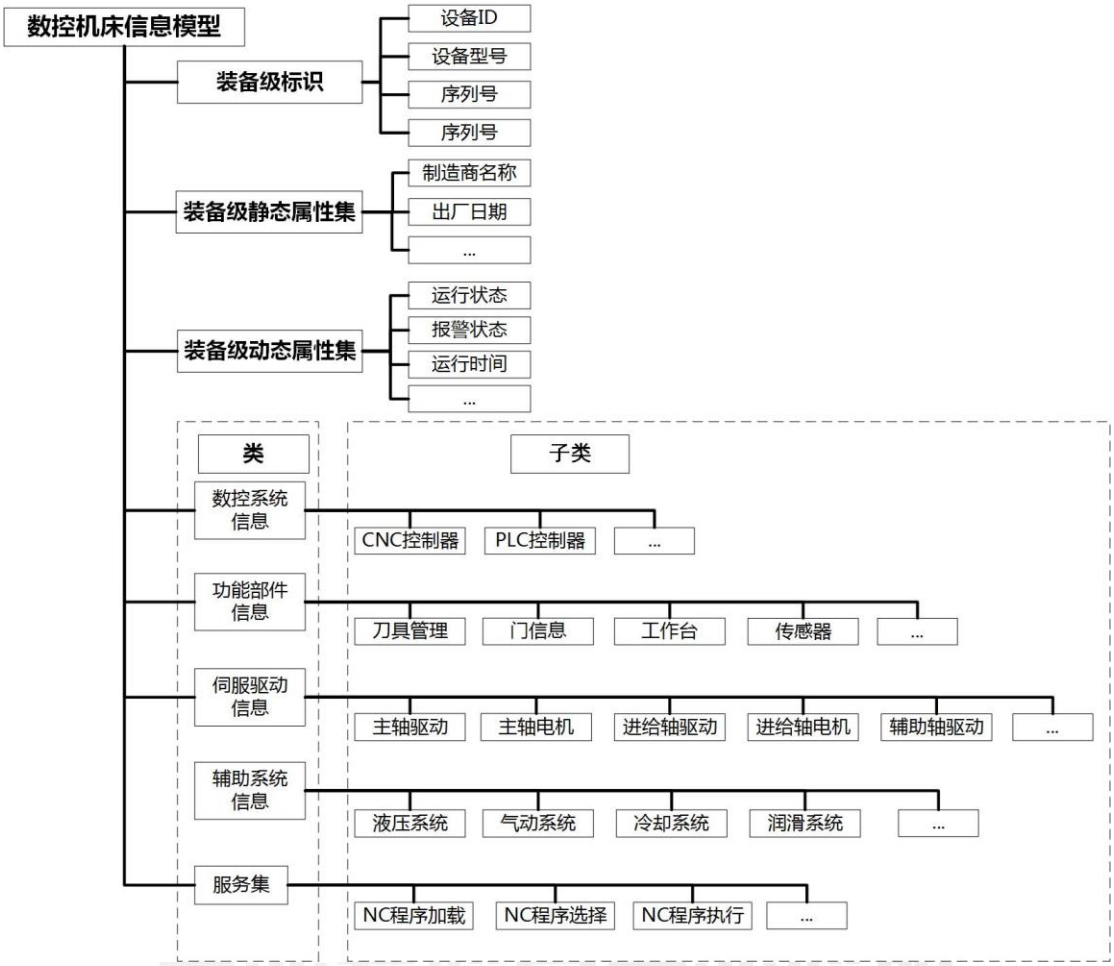
2）输出数控机床信息模型XML描述文件;

3）以数控机床信息模型XML描述文件为输入，信息模型加载器对其进行解析;

4）构建信息模型后的数控机床可以被MES等系统访问。

4.信息模型

数控机床信息模型如图 6-2 所示，在该信息模型中，标识表现为设备 ID，属性元素是信息模型元素的基本单元，属性由一系列属性元素组成，属性集由属性和子属性集组成，属性集分为静态属性集和动态属性集。数控机床的系列组件和子组件共同组成信息模型的类和子类，服务集信息模型元素是多个服务的集合。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

图 6-2 数控机床信息模型

静态属性集：数控机床设备的静态属性集合，包含的属性信息自制造装备出厂后不会变化或者变化不频繁，如，制造商名称、设备型号等信息。

动态属性集：数控机床设备的动态属性集合，包含的信息一般与制造装备使用有关，如，制造装备运行状态、报警状态、运行时间等信息。

数控系统信息：构成数控机床信息模型类的信息，包含数控系统组件的自身信息（集合 ID、集合名称）和组件列表信息，数控系统组件引用了多个控制器组件，这些组件表示数控机床用到

的运动控制器、可编程逻辑控制器等。

功能部件信息: 构成数控机床信息模型类的信息，包含刀具管理、门信息、传感器、工作台等子组件。

伺服驱动信息: 构成数控机床信息模型类的信息，包含主轴驱动、主轴电机、进给轴驱动、进给轴电机、辅助轴驱动等子组件。

辅助系统信息: 构成数控机床信息模型类的信息，包含组件的自身信息（集合 ID、集合名称）和组件列表信息，辅助系统信息包括液压系统、气动系统、冷却系统、润滑系统子组件。

服务集: 构建数控机床信息模型的服务，包括 NC 程序加载、NC 程序选择、NC 程序执行等。

（三）中国科学院沈阳自动化研究所机器视觉信息模型

1.信息需求

近年来，针对监控监测系统的信息智能化技术有了不断提高，但仍存在各监控监测子系统间相互独立、兼容性差等问题。尤其是在一些传统的工业生产流程中，如，化工制造流程、煤矿开采流程等等，对监控监测技术的要求较高，现有的技术水平无法满足生产需要。为解决系统之间的信息孤岛现象，对监控监测系统提出了新的集成要求。

2.信息处理

信息的处理是通过构建信息模型的形式来实现，可以利用信

息模型对各种监控监测信息进行集成。围绕相机基本信息、机器视觉通用功能、厂商自定义功能三大部分建立监控监测集成系统信息模型，利用计算机高速度、大容量和智能化的优点，通过高速的网络把一个个孤立的监控监测子系统组织起来，从而达到监控监测的服务共享、信息共享和数据共享。

3.典型应用

以中国科学院沈阳自动化研究所机器视觉信息模型（后文简称为机器视觉信息模型）为例，机器视觉信息模型旨在当工业相机作为机器人本体的末端工具之一时，各种品牌型号的工业相机都不再需要工程师二次开发编程，机器人本体可直接使用工业相机以实现机器视觉功能。

在中国科学院沈阳自动化研究所机器视觉信息模型的应用当中，还涉及机器人信息模型和 OPC UA 服务器。工业相机本身作为 OPC UA 服务器，将自身信息按照机器视觉信息模型向工业机器人控制器暴露，工业机器人控制器对相机信息按照机器视觉信息模型解析并整合到自身的机器人信息模型中。用户通过机器人信息模型可以直接对机器人本体及相机进行控制及任务执行。

4.信息模型

机器视觉信息模型如图 6-3 所示，主体包含相机基本信息属性、机器视觉通用功能属性、厂商自定义功能属性三大部分。该信息模型涵盖采集对象类和控制动作类、相机操作和相机维护服

务等等，其中，标识表现为相机 ID。

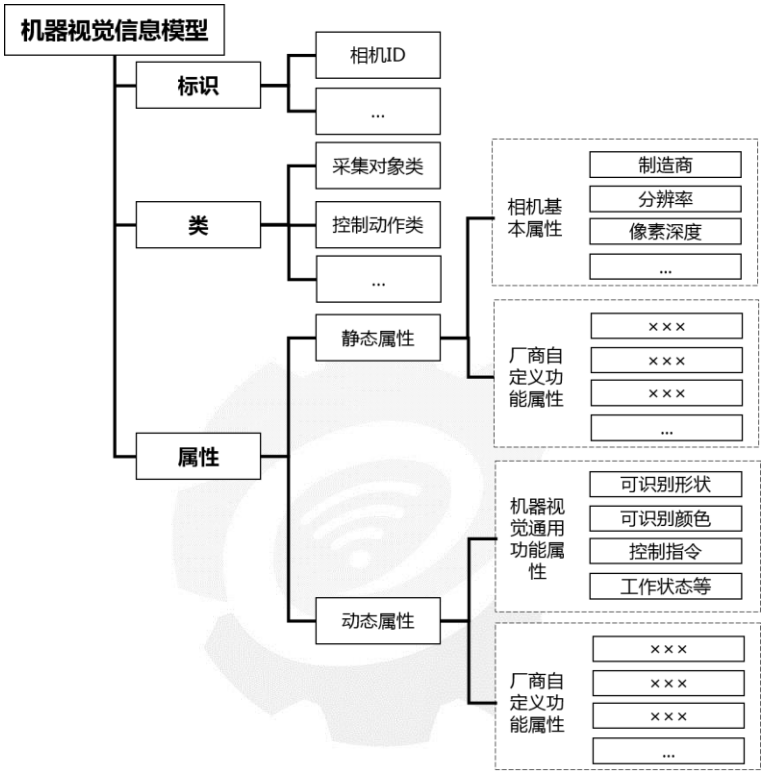


图 6-3 中国科学院沈阳自动化研究所机器视觉信息模型

相机基本信息属性: 包括制造商名称、传感器类型、像元大小、像素深度、分辨率、尺寸、操作系统、支持通讯接口、敏感度、最大帧速率、电压范围、获得认证、设备型号、设备类型、质量、运行内存、运行功率、运行温度、颜色灰度范围等信息标签。

机器视觉通用功能属性: 包含工业相机应具备的通用功能节点，如，可识别形状、可识别颜色、工作状态、控制指令、输入区域、输入字符串、返回位置、返回浮点数、返回位置。

厂商自定义功能属性: 主要由相机厂商自定义实现特有功能任务，机器视觉信息模型将该部分节点直接向机器人信息模型映

射。

（四）华为技术有限公司 OceanConnect IoT 云服务信息模型

1.信息需求

设备在接入 IoT 云服务之前，需要描述设备“是什么”、“能做什么”以及“如何控制该设备”，并清楚设备上报的数据和应用服务器下发的命令包含哪些字段。因此，需要 IoT 云服务和设备的服务、属性、命令、升级能力等信息能够实现相互理解。

2.信息处理

IoT 云服务信息模型通过定义设备的基本属性、上报数据和下发命令的消息格式，以及业务功能、配置参数等信息，可以实现在信息空间的标准化描述。实现标准化描述后的 IoT 云服务和设备的服务、属性、命令、升级能力等信息能够实现相互理解。

3.典型应用

以华为 OceanConnect IoT 云服务开发中心为例，华为 IoT 云服务开发中心包含多种产品信息模型（Profile）模板，该产品信息模型是一种实例化信息模型，用来描述产品的基本属性、业务功能、配置参数等信息，是对一类设备共有能力的表达。产品信息模型可以使平台理解设备支持的属性信息，从而保证 IoT 云服务和设备的服务、属性、命令、升级能力等信息能够实现相

互理解。对于用户而言，如果新增接入设备的类型和功能服务已经在平台提供的产品模型模板中，可以直接选择使用；如果未包含，则需要自己定义。

4.信息模型

华为 OceanConnect IoT 云服务信息模型如图 6-4 所示，由标识、类、属性三部分组成。信息模型围绕产品信息、服务能力、维护能力三个方面进行表达，标识在产品信息中体现，信息模型的类和属性则表现为服务能力和维护能力。

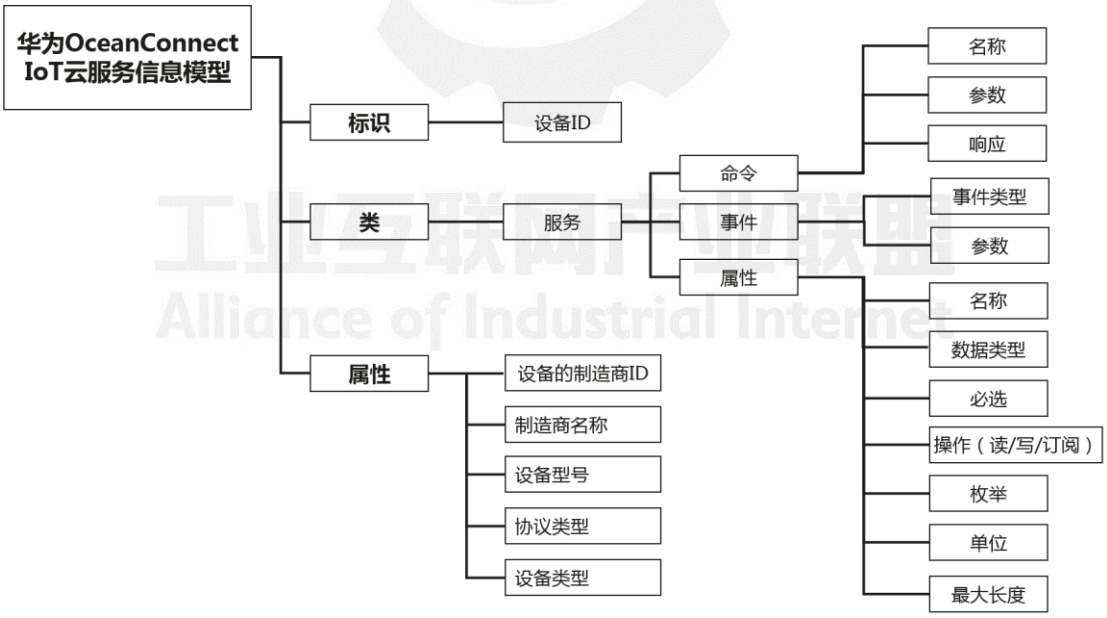


图 6-4 华为 OceanConnect IoT 云服务信息模型

产品信息：描述设备的基本信息，包括厂商 ID、厂商名称、产品类型、型号、协议类型。其中，厂商 ID 和型号唯一标识一款产品。如，某个水表的制造厂商为“HZYB”，制造商 ID 为“TestUtf8ManuId”，型号为“NBIoTDevice”，协议类型为“CoAP”。

服务能力：描述设备具备的业务能力。将设备业务能力拆分成若干个服务后，再定义每个服务具备的属性、命令以及命令的参数。以水表为例，水表具有多种能力，如，上报水流、告警、电量、连接等各种数据，并且能够接受服务器下发的各种命令。Profile 文件在描述水表的能力时，可以将水表的能力划分五个服务，每个服务都需要定义各自的上报属性或命令。

维护能力：描述设备具备软固件升级、配置更新等的能力。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

联系我们

工业互联网产业联盟 秘书处

地址：北京市海淀区花园北路52号，100191

电话：010-62305887

邮箱：aii@caict.ac.cn

网址：http://www.aii-alliance.org

考研资料：数学、英语、政治、管综、西综、法硕等（整合各大机构）
英语类：四六级万词班专四专八雅思等
财经类：初级会计、中级会计、注册会计、高级会计、税务师、会计实操、证券从业、基金从业、资产评估、初级审
公务员：国考、省考、事业单位、军队文职、三支一扶微信 2270291360
银行：银行招聘、笔试、面试
教师资格：小学、中学、教师招聘面试
建筑：一建、二建、消防、造价
法考：主观题、客观题
多平台网课：涵盖职场、办公技能、编程、文案写作、情感心理、穿搭技巧、理财投资健身减肥摄影技术等优质内容
精选资料：Excel 教程、PPT 模板、简历模板、PS 教程、PPT 教程、素描、烹饪、小语种、CAD 教程、PR 教程、UI 课程、自媒体、写作、计算机二级、钢琴、Python、书法、吉他、kindle 电子书、演讲.....持续更新中...
押题：提供考前冲刺押题（初级会计、中级会计、注册会计、一建、二建、教资、四六级、证券、基金、期货等等），麻麻再也不用担心我考不过了。
资料领取微信：1131084518
行业报告：20000 份+持续更新

英语四六级备考资料	计算机二级备考资料	150 所高校考研专业课资料
两小时搞定毛概马原思修近代史纲	高数(微积分)+线性代数+概率论	素描 0 基础入门教程
教师资格证全套备考资料	普通话考试资料礼包	书法教程微信 2270291360
大学生英语竞赛备考资料	大学生数学竞赛备考资料	1000 份各行业营销策划方案合集
挑战杯/创青春/互联网+竞赛资料	电子设计竞赛必备资料	街舞 0 基础入门教程
托福雅思备考资料	大学物理学科攻略合集	动漫自学教程
SCI 最全写作攻略	TEM4/TEM8 专四专八备考资料	教师资格证面试试讲万能模板
360 份精美简历模板	数学建模 0 基础从入门到精通	100 套快闪 PPT 模板
Vlog 制作最全攻略	超强 PR 模板	42 套卡通风 PPT 模板
PS 零基础教程微信 1131084518	PS 高级技能教程	63 套酷炫科技 PPT 模板
好用到极致的 PPT 素材	128 套中国风 PPT 模板	32 套 MBE 风格 PPT 模板
327 套水彩风 PPT 模板	295 套手绘风 PPT 模板	54 套毕业答辩专属 PPT
196 套日系和风 PPT 模板	82 套文艺清新 PPT 模板	57 套思维导图 PPT 模板
163 套学术答辩 PPT 模板	53 套北欧风 PPT 模板	34 套温暖治愈系 PPT 模板
118 套国潮风 PPT 模板	30 套仙系古风 PPT	126 套黑板风 PPT 模板
114 套星空风格 PPT 模板	192 套欧美商务风 PPT 模板	42 套绚丽暈染风 PPT
50 套精美 INS 风 PPT 模板	56 套水墨风 PPT 模板	137 套清爽夏日风 PPT 模板
98 套森系 PPT 模板	25 套简约通用 PPT 模板	记忆力训练教程
300 套教学说课 PPT 模板	123 套医学护理 PPT 模板	AE 动态模板微信 2270291360
毕业论文资料礼包	教师资格证重点笔记+易错题集	表情包制作教程
吉他自学教程（送 6000 谱）	钢琴自学教程（送 1000 谱）	区块链从入门到精通资料
2000 部 TED 演讲视频合集	Excel 从入门到精通自学教程	单片机教程
230 套可视化 Excel 模板	1000 款 PR 预设+音效	1000 份实习报告模板
手绘自学教程微信 1131084518	单反从入门到精通教程	人力资源管理师备考资料
英语口语自学攻略	粤语 0 基础从入门到精通教程	证券从业资格证备考资料
日语自学教程	韩语自学教程	PHP 从入门到精通教程
法语学习资料	西班牙语学习资料	炒股+投资理财从入门到精通教程
全国翻译专业资格考试备考资料	BEC 初级+中级+高级全套备考资料	大数据学习资料
SPSS 自学必备教程	Origin 自学必备教程	会计实操资料
LaTeX 全套教程+模板	EndNote 教程+模板	小提琴 0 基础入门自学教程
GRE 超全备考资料	200 份医学习题合集	司考备考资料

思维导图教程＋素材	20000 份行业研究报告	一级造价工程师备考资料

上万 GB 教学资料（均全套,非杂乱）免费领取微信 1131084518

《闪电式百万富翁》实战版+升级版

易经+道德经+易学名师全集+风水学+算命学+起名+++等等（全套 1000 多 GB）

心理学+NLP 教练技术+精神分析+亲子家庭教育+催眠+++等等（更新超 2000GB）

大学-已更新至 9333 个课程+高中+初中+小学-全套资料（超过 2 万 GB）

陈安之	曾仕强	马云	杜云生	翟鸿燊	刘一秒	俞凌雄
王健林	余世维	雷军	周文强	安东尼罗宾	董明珠	李嘉诚
徐鹤宁	冯晓强	李践	刘克亚	罗伯特清崎	戴志强	李伟贤
苏引华	史玉柱	李强	俞敏洪	杰亚伯拉罕	周鸿祎	唐骏
梁凯恩	陈永亮	傅佩荣	贾长松	易发久	李彦宏	湖畔大学
李开复	聂枭	悟空道场	魏星	姬剑晶	其他名师全集	其他资料下载
王兴	王智华	智多星	陈文强	周导		微信 2270291360
泡妞	撩汉	泡仔	房中术	性福课	驻容术	泡妞撩汉性福合集

注：太多了，无法全部一一列出。。。

全套专题系列【微信 1131084518】

记忆力训练	形象礼仪	健康养生	企业管理	沟通技巧
演讲与口才	经理修炼	MBA 讲座	时间管理	战略经营
企业文化	销售心理	管理素质	国学讲座	执行力
团队管理	领导艺术	员工激励	潜能激发	谈判技巧
绩效管理	薪酬管理	43 份直销制度	电话销售	人力管理
客户服务	创业指南	市场营销	餐饮管理	保险讲座
品牌营销	酒店管理	汽车 4S 店	众筹资料	销售技巧

兴趣爱好：	钓鱼教程	魔术教学	炒股教学	美术教学	书法教学
音乐乐器：	萨克斯教学	电子琴教学	小提琴	古筝教学	钢琴教学
	吉他教学				
体育运动：	篮球教学	足球教学	羽毛球教学	兵乓球教学	太极拳教学
	围棋教学	高尔夫球			
生活实用：	插花教学	茶艺-茶道	唱歌教学	单反相机摄影	毛线编织
	小吃+美食				
语言学习：	英语				
电脑 IT：	办公 office	PS 美工教学			

暗号：666

免费领取资料微信

1131084518

微信1131084518

撩汉liaohan.net

最好资源zuihaoziyuan.com

如果群里报告过期

请加微信联系我索取最新

1、每日微信群内分享7+最新重磅报告;

2、每日分享当日华尔街日报、金融时报

3、如果看到群里报告过期了，请扫码联系

4、行研报告均为公开版，权利归原作者所有，仅分发做内部学习

扫一扫二维码后台回复 加群

加入“研究报告”微信报告群。